なほ本鑛物は石灰分を含む曹達沸石の意味で W.Haidinger の Galaktit の云ふのが適當かも知れない。

此等の分析は京大農學部山崎助教授の研究室を借用して遂行したもので懇切な御教示を賜はつた同助教授、齋藤助手に對し深謝する次第である。

日本地圖に適當したボンヌ氏斜軸投影圖法（一）

丸山隆玄

序言　如何にして良い地圖を描くか、即ち如何にして實際の地形を精確に平面上にあらはすかと云ふことについては古くから考へられてゐることであつて、色々の投影法が研究されてゐるが、特に描かんとする地域の地形が特殊の形を呈してゐるときには、唯に一般の理論をあてはめるばかりでなく、その地形に應じた特殊の投影法を考へなければならない。かゝる見地から我國の特殊の地形に應じた投影法を考へて見ることは興味あることであらうと思ふ。

一體、一般に地圖を描かんとするとき如何なる投影圖法を用ひるかと云ふことは、その地圖を使用する目的によつて異るものであるが、一般の地理學上に於いて用ひる地圖については次の各項について吟味しなければならない。

A　投影に伴ふ各種の歪

B　その歪の分布と地形との關係

之等をとくに日本地圖を描く場合について吟味して見やう。

A　投影に伴ふ各種の歪

これに對する吟味はとくに日本地圖に限つたものでなく、一般に地圖を描く際に用ひる投影法を選擇するに當つて次の條件をよく滿足するものを選ぶのを常とする。

一、地圖の上における任意の二點間の距離が出來る丈實長に近いこと。

二、地圖の上における任意の部分の面積が實際に等しいか、できる丈それに近いこと。

三、地圖の上における任意の點において、任意の二方向間の角が實際に等しいか、できる丈實際に近いこと。

この三つの條件の中で一を比較的よく充すものは二、三の條件についても比較的よく滿足するものであるが、二、三において歪の全然ない正積圖法や正角圖法においては一の條件においてかなり不利のものが少くない。故に特殊の目的のある場合でない限り、先づ一の條件をよく充し二、三の條件をも相當に滿足する圖法であれば用ひるに足るものである。この吟味は一般的であるからかやうにして選ばれた圖法に對してとくに日本の地形について、Bの條件を吟味して見なければならない。

B　歪の分布と地形との關係

投影法に伴ふ歪の大きさは點の位置と方向とによつて變るものであるから、同じ投影法を用ひて

もある點についてはかなり大きい歪を生じ、又た、殆んど歪を生じないやうな點もできる、ところで一方地圖に描かんとする全地域の中には、その中心となつてゐてとくに精確に描かなければならない地域もあるし、邊境に當つてそれほどの精確さを要しない地域もある。それでもしかゝる重要なる地域の點に對しては歪が殆んどなく、相當大なる歪を生ずるやうな處はさほど重要でない部分になるやうな投影法があれば、それは同じ程度の歪を生ずる他の投影法よりも此の地域の地圖を描くに際しては優つてゐると考へられる。

そこで日本地圖に對して論ぜられてゐる圖法を見ると、多面體圖法や透視圖法を除いては、大體圓錐圖法における正軸投影と斜軸投影の二つである。正軸投影においては投影圓錐の軸が地軸に一致してゐるから、それによつて生ずる歪は大體經緯線に沿ふて分布されてゐる。斜軸投影においてはその投影圓錐の軸が地軸に一致してゐないから、それによつて生ずる歪は經緯線の方向ではなくて、その新しい極に對する方位線、等距圈の方向にそうて分布されてゐる。

今我國の地形について考へると、その全版圖内においてとくに重要なる地域と云ふのは、北東から南西へ千島、樺太から北海道、本州、四國、九州、琉球から臺灣に連亙した島嶼と、これに直交して北西から南東へ南滿洲朝鮮から小笠原諸島に至る陸地とである。それでかやうな地域内の點については歪が殆んどなく、相當大なる歪を生ずるやうな點は、これらの部分を遠く離れて、遙か遠い海洋上や大陸の部分にあるやうな投影法があればそれは日本地圖を描くに當つて、同じ程度の歪を生ずる他の投影法よりも優つてゐると考へられる。

かやうな立場から正軸投影と斜軸投影とを比べて見ると、その差異はたゞ投影圓錐の軸が地軸と一致してゐるか傾いてゐるかと云ふ點にあるのでその描き方の本質については兩者に差異はないから、それによつて生ずる歪の程度は兩者共殆んど同じであるが、その歪の分布は前に述べた通りに兩者において異るものである。それで日本地圖に對しては何れが適してゐるかを比べるには、たゞその歪の分布について見ればよい。

正軸投影における歪の分布は、ほゞ經緯線に沿ふた方向であるから、前述の如き我國の地形に對しては、樺太、千島、臺灣等の邊境においては可成り大なる歪を生じて、却つて經緯線に沿ふた方向においては遠く海上や大陸の部分において歪のほとんどない點ができる。之れに反して斜軸投影においては、その歪の分布が新しい極に對する等距圈や方位線に沿ふた方向であるから、新しい極を適當にとつて、之れ等の方向を北東から南西に至り、又た北西から南東に至る我版圖内の陸地の分布してゐる方向に一致させると、歪の大きな部分は遠い海上や大陸の部分に去つて、我版圖内の陸地に沿ふては歪が非常に小さくなるからかやうな斜軸投影は日本地圖を描くに當つては正軸投影よりも優れてゐると考へられる。

かくの如く日本地圖に對しては、正軸投影よりも斜軸投影を用ひた方がよいが、たゞ斜軸投影においてはその計算がかなり繁雜なために實用に供するに困難なものが少くない。しかし斜軸投影においても新しい極を適當に選らぶことによつて、その計算をかなり簡單にすることも出來るからかやうな斜軸投影は日本地圖を描くに際してはきわめて都合がよいものである。

そこでかやうな斜軸投影を用ふる圖法の一例としてボンヌ圖法を考へて見やう。(註)ボンヌ圖法は正軸投影において、その歪が大體中央經線と標準緯線を漸近線とする双曲線狀に分布されて居るから斜軸投影を用ひて新しい極に對する方位線、等距圈の方向が、經緯線に對して約四十五度傾くやうにとれば、その歪の分布は前に述べたやうに我國の地形について理想に近いものになる。元來ボンヌ圖法は正積圖法であつてその長さや角度に對する歪も比較的小さいから、かやうに歪の分布を都合よくすることができれば日本地圖に對する投影法としてはきはめて優れたものゝ一つであると云ふことができる。

以下かゝる都合のよい斜軸投影の新しい極の選び方、その方位線、等距圏網の描き方、一般の歪の取扱ひ方とボンヌ圖法の描き方及びその歪についての吟味等について論じて見やう。

註―斜軸投影を用ふべき圖法は、この外に一般の圓錐圖法や多圓錐圖法等があるが、普通の圓錐圖法においてはその歪が緯線に沿ふて分布されるから、例へ斜軸投影を用ひても我國の地形に對しては、邊境において相當大なる歪を生ずるものである、又た多圓錐圖法については、その歪が大體中央經線及赤道を漸近線とする双曲線狀になるから、新しい極に對する赤道を我國の附近を通過させなければならない。かやうに極をとることは以下に述べるやうに、方位線、等距圈網の計算がやゝ繁雜になるから實用には相當困難である。圓筒圖法についても同様である。

II　斜軸投影における新しい極の選擇

序言において日本地圖を描くには正軸投影よりも、斜軸投影を用ひた方がよいと云ふことを知つたが、しからばその極としては如何なる點を選ぶのがよいか。極を選ぶには歪の分布の狀態と計算の難易から次の標準によるのがよいと思ふ。

A、正軸投影においてとくに赤道の附近の歪が小さい様な圖法を斜軸投影として用ひるときには我版圖内の陸地の分布してゐる二方向の何れかを、赤道が通過するやうに極を定めること。

このやうにして、極を定むべき圖法としては多圓錐圖法や圓筒圖法を擧げることができる。此等の圖法においては歪の分布の狀態は相當滿足すべきものとなるが、方位線及び等距圈の網を描く計算がかなり繁雜になるから、實際に用ひる場合については相當困難である。

B、正軸投影において中間緯度の地に於ても、經緯線に沿ふて歪の小さい部分が分布されてゐるやうな圖法を斜軸投影として用ひる場合には、敢へて新しい赤道が我版圖内の陸地の分布してゐる二方向の何れかを通過する必要はないから、この時には方位線及び等距圈の方向がこの二方向に一致するやうにしかもその網がなるべく容易に描き得るやうに極を定めること。

このやうにして、極を選むべき圖法としては、種々の圓錐圖法やボンヌ圖法をあげることができる。此等の圖法においては極を定めるのにたゞ等距圈及び方位線が陸地の分布してゐる方向に一致しさへすればよいのであるから、方位線及等距圈網の計算が容易なるやうに極を定めることができる。即ちAによるときは極の位置が確定して計算の難易を考へる餘地はないが、Bに從ふときはその餘地がある。Bによる圖法の中で一般の圓錐圖法とボンヌ圖法とを比べると後者は前者に比べて歪の値も少ないし、その分布の狀態も我國の地形に適してゐるから、後者の方が日本地圖に對する投影法としては、勝れてゐるものと思はれる。

A或ひはBによつて、實際に極を定めるには次の様に計算をする。

一、新しい赤道が北東から南西へ、北海道から臺灣の附近を通過するとき。

此時にはこの赤道の通過すべき任意の二點を定めその二點を通る大圓の極をとれば求むる極である。その計算をするには、例へばその二點としてA（東經百四十五度、北緯四十五度）B（東經百二十五度、北緯二十五度）をとつてこの二度を通る大圓の極を求めて見やう。今この二度の外に北極Nをとり球面三角形 ANB を考へる。

A、Bはあたへられた二點であるから直ちに

$\angle ANB=20^\circ \quad NB=65^\circ \quad AN=45^\circ$

を得るそこで球面三角法に關する公式

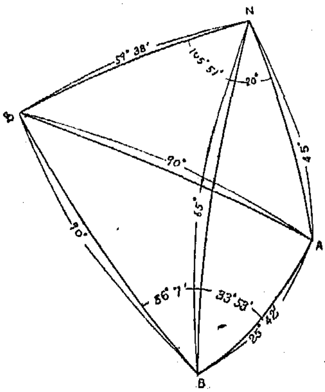
$$\tan\frac{1}{2}(\angle BAN+\angle NBA)=\frac{\cos\frac{1}{2}(NB-AN)}{\cos\frac{1}{2}(NB+AN)}\cot\frac{1}{2}\widehat{ANB}$$

及び

$$\tan\frac{1}{2}(\angle BAN-\angle NBA)=\frac{\sin\frac{1}{2}(NB-AN)}{\cos\frac{1}{2}(NB+AN)}\cot\frac{1}{2}\widehat{ANB}$$

によつて ∠BAN 及び ∠NBA を求めると、

第一圖



$\angle ANB$, NB, AN, に上の値を入れて、$\angle ABA=33°\ 53'$　$\angle BAN=134°\ 23'$　を得る。

新しい極をPとし球面三角形 APB を考へると、今の場合は $AP=PB=90°$ であるから明らかに $\angle PBA=90°$ となり直ちに $\angle PBN=56°7'$ を得る。

更らに球面三角形 PBN について考へると、$PB=90°$　$BN=65°$　$\angle PBN=56°7'$ であるから、この三角形を前の場合と同様に解いて、

$\angle BNP=105°\ 51'$　$NP=59°\ 38'$ を得る。Bの經度は東經百二十五度であつたからPの經緯度は（東經十九度九分、北緯三十度二十二分）となる。

二、新しい赤道が北西から南東に南滿洲から小笠原諸島の附近を通過するとき。

此時には一、の場合と同樣にして新しい極の經緯度を求めると、（西經百三度二十一分、北緯三十八度二十分）を得る。

三、新しい極からの等距圈の方向が北東から南西に向つてゐるとき。

此時にはA、B二點を一と同樣にとつて　$\angle ANB=20°$　$NB=65°$　$AN=45°$

$\angle NBA=33°53'$　$\angle BAN=134°23'$　を得る。

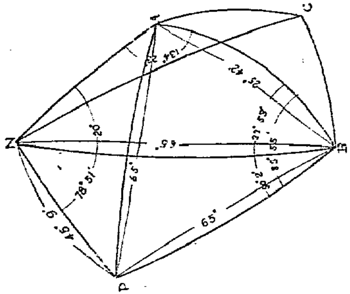
BA を求めるには球面三角形 ANB に對する關係式

$$\cos\frac{1}{2}BA=\frac{\cos\frac{1}{2}(NB+AN)}{\cos\frac{1}{2}(\angle BAN+\angle NBA)}\sin\frac{1}{2}\widehat{ANB}$$ に上の値を入れて計算すれば

BA＝25°42′ となる。

今の場合には A, B を通る等距圏は極Pに對する赤道ではないから、AP, PB, は共に九十度よりも小さくなる。A, B の外に等距圏の通過すべき他の一點 C をとり、球面三角形 ABC を考へると、Pはその外心となり、AP, PB はその外接圓の半徑となる。故に C を適當に定めるとそれによつて AP′ PB を求めることができる。C を BA なる大圓に相當接近した點にとれば AP, PB は九十度にかなり近い値となる、球面三角形

第二圖



APB は二等邊三角形であるからこゝに

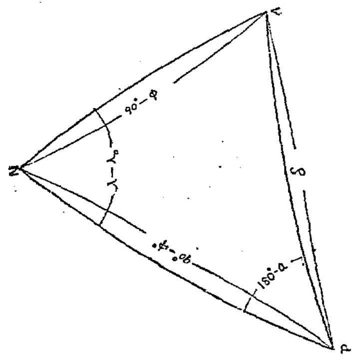
$$\tan\frac{1}{2}PBA=\sqrt{\frac{\sin(S-BA)}{\sin S}}\qquad S=\frac{1}{2}(AP+PB+BA)$$

なる關係式がある。AP, PB は相當九十度に近い値であるから試みに之れを六十五度として見ると BA＝25° 42′　S＝77° 51′ となるからこれによつて ∠PBA＝83° 55′ を得る。しかるに ∠NBA＝33° 53′ であつたから ∠PBN＝50°2′ となり又た、PB＝65°　BN＝65° であるから、球面三角形 PBN を解いて P の經緯度を求めると（東經四十六度九分、北緯四十四度五十一分）を得る。そこで實際上三の場合にはPの經緯度を（東經四十五度、北緯四十五度）にとることができるが、かやうにとつた斜軸投影はその方位線、等距圏網に關する計算や、經緯線に沿ふ歪の計算が

簡單になるから、日本地圖の投影に對しては、極めて、都合のよいものであると思ふ。そこでボンヌ圖法をかゝる斜軸投影に用ひることに就いて論じて見やう。

III　方位線、等距圏網の構成

Iによつて極の位置が決まると、それによつて方位線、等距圏の網が描かれ、任意の點の極からの距離δ、新しい極を通る子午線からの方位αを求めることができる。今極Pの經緯度を$(\lambda_0\phi_0)$として、任意の點Aの經緯度$(\lambda\phi)$からその點のδ及αを求めるには、A及びPを北極Nと結び球面三角形 ANP を考へると圖から明らかな通りに、$PA=\delta$, $AN=90^\circ-\phi$, $NP=90^\circ-\phi_0$。 $\angle ANP=\lambda-\lambda_0$ $\angle NPA=180^\circ-\alpha$ となる。これによつてこの三角形をとくと、



第三圖

$$\cos\delta=\cos(90^\circ-\phi_0)\cos(90^\circ-\phi)+\sin(90^\circ-\phi_0)\sin(90^\circ-\phi)\cos(\lambda-\lambda_0)$$

$$=\sin\phi_0\sin\phi+\cos\phi_0\cos\phi\cos(\lambda-\lambda_0)\cdots\cdots\text{II }1)$$

及び

$$\sin\alpha=\frac{\cos\phi\sin(\lambda-\lambda_0)}{\sin\delta}\cdots\cdots\text{II }2)$$

となるから、$(\lambda_0\phi_0)$ $(\lambda\phi)$ を知ればδ及αを求めることができる。

しかるに、この $\cos\delta$ の右邊は二項の和となつてゐるから、對數計算には都合が惡い。しかるに

IIの第三の例の如き場合に對しては、新しい極を（東經四十五度、北緯四十五度）にとることができるから、かやうなときには II 1) に $\lambda_{\circ}=45^{\circ}$ $\phi_{\circ}=45^{\circ}$ とおけば、任意の點$(\lambda\phi)$に對するδは、

$$\cos\delta=\frac{1}{\sqrt{2}}\left(\sin\phi+\cos\phi\cos(\lambda-45^{\circ})\right)\cdots\cdots\text{II 3)}$$

となりII 1) に比べるとよほど簡單になる。又た II 3) におけるλはδ及びαを求めんとする點の經度であつたが、これを東經百三十五度の經線を基準にした經度μにかへると、$\lambda=\mu+135^{\circ}$ となる。このλを II 3) に入れると、

$$\cos\delta=\frac{1}{\sqrt{2}}\left(\sin\phi-\cos\phi\sin\mu\right)\cdots\cdots\text{II 4)}$$

となる。東經百三十五度の經線は我版圖内のほゞ中央を通つてゐるのでμは正負共に0に對して對稱であるから II 4) は II 3) よりも更に計算に都合がよい。同樣な關係を II 2) に入れ、とくに II 2) におけるαの餘角をaと書き直せば

$$\cos a=\frac{\cos\phi\cos\mu}{\sin\delta}\cdots\cdots\text{II 5)}$$

となる。更らに極からの距離でなく新しい極に對する赤道を基準にした緯度、φを用ひれば II 4) II 5) は、

$$\sin\varphi=\frac{1}{\sqrt{2}}\left(\sin\phi-\cos\phi\sin\mu\right)\cdots\cdots\text{II 6)}\qquad \cos a=\frac{\cos\alpha\cos\mu}{\cos\varphi}\cdots\cdots\text{II 7)}$$

となる之れによつて方位線、等距圏の網を描くことができる。TABLE I, はかやうにして計算した

φ及びαの値を東經百十度から、百六十度まで、北緯二十度から六十度までの點について五度毎に

TABLE I

經度＼緯度		20°	25°	30°	35°	40°	45°	50°	55°	60°
110°	Φ	31°30′6	34°43′8	37°45′8	40°34′5	43°6′7	45°20′8	47°12′1	48°38′8	49°46′8
	α	⊖ 2°37′2	1°57′1	6°52′9	12°13′1	17°59′8	24°14′8	30°57′5	38°6′5	45°36′5
115°	Φ	27°58′6	31°12′0	34°15′7	37°8′3	39°46′4	42°8′7	44°11′8	45°53′0	47°18′1
	α	0°56′6	5°20′5	10°2′6	15°5′6	20°30′5	26°20′5	32°35′5	39°15′5	46°17′2
120°	Φ	24°26′7	27°41′4	30°48′0	33°45′0	36°29′7	39°0′3	41°14′0	43°10′8	44°52′2
	α	4°24′1	8°38′2	13°7′6	17°54′3	23°1′0	28°29′0	34°19′7	40°33′8	47°9′8
125°	Φ	20°55′7	24°12′7	27°22′8	30°24′6	33°16′2	35°55′8	38°22′0	40°31′0	42°28′9
	α	7°47′0	11°52′0	16°9′8	20°43′1	25°32′0	30°40′8	36°10′2	42°0′8	47°59′2
130°	Φ	17°26′7	20°46′5	24°0′7	27°8′2	30°6′9	32°55′5	35°32′5	37°55′3	40°8′5
	α	11°7′0	15°3′8	19°11′1	23°31′0	28°5′5	32°56′5	38°6′0	43°35′4	48°13′0
135°	Φ	13°59′7	17°23′3	20°42′3	23°55′9	27°2′1	30°0′0	32°47′9	35°23′7	37°51′9
	α	14°26′0	18°15′1	22°12′5	26°20′5	30°40′8	35°15′8	40°7′3	45°16′8	50°46′1
140°	Φ	10°35′8	14°3′6	17°28′1	20°47′8	24°2′2	27°9′2	30°8′2	32°57′0	35°39′4
	α	17°45′3	21°26′9	25°15′9	29°12′0	33°19′3	37°39′4	42°13′0	47°5′1	52°14′3
145°	Φ	7°15′9	10°48′6	14°18′2	17°45′6	21°8′0	24°24′3	27°33′8	30°35′0	33°31′7
	α	21°6′5	24°40′6	28°20′1	32°6′7	36°1′2	40°7′3	44°26′0	48°59′7	53°50′4
150°	Φ	4°0′4	7°38′5	11°14′7	14°48′8	18°19′2	21°45′1	25°5′4	28°19′3	31°28′3
	α	24°30′6	27°58′0	31°28′3	35°4′3	38°47′5	42°9′9	46°43′2	51°0′4	55°32′6
155°	Φ	0°50′1	4°31′4	8°17′2	11°58′6	15°37′2	19°12′5	22°43′2	26°8′2	29°30′8
	α	27°58′7	31°18′4	34°40′6	38°6′4	41°37′7	45°16′8	49°5′6	53°6′2	57°21′0
160°	Φ	⊖ 2°14′3	1°36′2	5°26′2	9°15′2	13°2′3	16°46′7	20°27′7	24°4′1	27°38′9
	α	31°31′9	34°44′3	37°5′0	41°12′9	44°32′6	47°58′9	51°32′7	55°17′7	59°14′7

示したものである。

註　表中の(一)はφについては新しい赤道を越えて南へとつた値、αについては新しい極において、極を通る經線に垂直なる方位線を越えて西へとつた値を示す。（未完）

伊那山系と三河高原

市瀬八代吉

本篇は地形學的概報にして地理學評論八月號所載相山正英氏の「三河高原の平坦度に就て」に連關すべきものと云つてよい。

地域

赤石山系の內側である原田博士の赤石斷線（Akaishi Bruchlinie）と天龍川との間に狹長な山系があつて花崗岩及花崗質片麻岩等から成つて居る。是を伊那山系と稱して赤石の內側前衛をなして居る。

北は諏訪湖南岸の守屋山（一六五〇・三米）から起つて南南西の方向に連り其主峰列は上伊那郡では鉢伏山（一四五五米）、三貝山（一三九六・一米）、戶倉山（一六八〇・七米）、高森山（一五四〇・七米）、黑羽澤山（一四七八・四米）となり、下伊那郡に到つて最高度を現して大西山（一七四一・二米）、鬼面山（一八八九・三米）、氏乘山（一八一八・三米）、會山（一六〇〇・三米）、小川路峠（一四九二・八米）、金森山（一七〇二・五米）、黑石岳（一三七六・五米）、熊伏山（一六五三・三米）、觀音山（一四一六・二米）となり、それより天龍川を越えて日本ケ塚山（一一〇七・三米）、明神山（一〇一六米）、宇連山（九二九・四米）、本宮山（七八九米）となり次第に海岸に低下し佐久島等の